



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР

 И.Г. Ахметова
« 18 » октября 20 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03. Электромеханика и электрические аппараты

(указывается индекс и наименование дисциплины согласно учебному плану в соответствии с ФГОС ВО)

Направление подготовки	<u>13.06.01 Электро- и теплотехника</u> (указывается код и наименование)
Направленность подготовки	<u>05.09.01 Электромеханика и электрические аппараты</u>
Уровень высшего образования	<u>Подготовка кадров высшей квалификации</u>
Квалификация (степень) выпускника	<u>Исследователь. Преподаватель- исследователь</u>
Форма обучения	<u>Очная, заочная</u> (очная, очно-заочная, заочная)

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Электромеханика и электрические аппараты» является формирование у обучающихся компетенций в области проектирования и эксплуатации электрических машин и аппаратов, способности решать задачи оптимизации, энергосбережения и определять перспективы развития электрических машин и аппаратов.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

– формирование у обучающихся знаний подходов и методов проектирования электрических машин и аппаратов, действующих стандартов, положений и инструкций по эксплуатации оборудования, программ испытаний, методов и средств автоматизированного проектирования электрических машин и аппаратов;

– освоение обещающимися навыков составления математических моделей и их информационно-технической адаптацией к реальным условиям эксплуатации оборудования, навыков использования специализированного программного обеспечения для решения профессиональных задач;

– развитие готовности использовать современные и перспективные компьютерные и информационные технологии;

– развитие способности применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов электроэнергетических систем.

В результате изучения дисциплины «Электромеханика и электрические аппараты» аспирант должен овладеть:

Формируемые компетенции (код и формулировка компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-1 способность анализировать и исследовать физические явления, лежащие в основе функционирования электрических, электромеханических преобразователей энергии и электрических аппаратов	З1(ПК-1) Знать: основные физические явления, лежащие в основе функционирования электрических, электромеханических преобразователей энергии и электрических аппаратов У1 (ПК-1) Уметь: выполнять технические расчеты и проводить анализ технических, технологических и технико-экономических показателей электрических, электромеханических преобразователей энергии и электрических аппаратов В1 (ПК-1) Владеть: навыками проведения теоретических и экспериментальных исследований физических явлений
ПК-2 способность разрабатывать научные основы создания и совершенствования электрических, электро-механических преобразователей и электрических аппаратов	(ПК-2) Знать: основные научные подходы к разработке электрических, электромеханических преобразователей и электрических аппаратов У1 (ПК-2) Уметь: разрабатывать концепции и методологию

	<p>создания и совершенствования электрических, электромеханических преобразователей и электрических аппаратов</p> <p>В1 (ПК-2) Владеть: навыками разработки концепций, методик и научного обоснования методологических принципов создания и совершенствования электрических, электромеханических преобразователей и электрических аппаратов</p>
<p>ПК-3 способность разрабатывать методы анализа и синтеза преобразователей электрической и механической энергии</p>	<p>З1 (ПК-3) Знать: методологию и способы использования новых технических решений по разработке и совершенствованию электрических машин</p> <p>У1 (ПК-3) Уметь: использовать современные методы и способы разработки и применения новых технических решений по разработке и совершенствованию электрических машин</p> <p>В1 (ПК-3) Владеть: навыками создания и использования новых технических решений по разработке и совершенствованию электрических машин</p>
<p>ПК-4 способность разрабатывать методы анализа и синтеза электрических аппаратов</p>	<p>З1 (ПК-4) Знать: методологию и способы использования новых технических решений по разработке и совершенствованию электрических аппаратов</p> <p>У1 (ПК-4) Уметь: использовать современные методы и способы разработки и применения новых технических решений по разработке и совершенствованию электрических аппаратов</p> <p>В1 (ПК-4) Владеть: навыками создания и использования новых технических решений по разработке и совершенствованию электрических аппаратов</p>
<p>ПК-5 способность разрабатывать подходы, методы, алгоритмы и программы, обеспечивающие проектирование, надежность, контроль и диагностику функционирования электрических, электромеханических преобразователей и электрических аппаратов в процессе эксплуатации, в составе рабочих комплексов</p>	<p>З1 (ПК-5) Знать: методы автоматизированного проектирования, основные программные комплексы проектирования, проведения технических расчетов, создания чертежей и моделей</p> <p>У1 (ПК-5) Уметь: использовать средства автоматизации модельного проектирования, моделирования и технических расчетов</p> <p>В1 (ПК-5) Владеть: навыками разработки алгоритмов и программ, обеспечивающих проектирование, надежность, контроль и диагностику функционирования электрических, электромеханических преобразователей и электрических аппаратов</p>
<p>ПК-6 способность осуществлять поиск и оценку нетрадиционных способов</p>	<p>З1 (ПК-6) Знать: традиционные и существующие нетрадиционные</p>

<p>электрохимического преобразования энергии с целью эффективного использования природных ресурсов; разрабатывать технические устройства, использующие отличные от полевых принципы преобразования энергии</p>	<p>способы электрохимического преобразования энергии 32 (ПК-6) Знать: подходы к оценке эффективности нетрадиционных способов электрохимического преобразования энергии 33 (ПК-6) Знать: основы технологического проектирования узлов и деталей электрических машин и аппаратов У1 (ПК-6) Уметь: проводить оценку нетрадиционных способов электрохимического преобразования энергии с целью эффективного использования природных ресурсов В1 (ПК-6) Владеть: навыками поиска и оценки нетрадиционных способов электрохимического преобразования энергии с целью эффективного использования природных ресурсов</p>
--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Электрохимика и электрические аппараты» относится к вариативной части, обязательной для освоения в седьмом и восьмом семестрах обучения (4 курс).

Дисциплина «Электрохимика и электрические аппараты» изучается после освоения дисциплин по выбору «Дополнительные вопросы электрохимии» или «Оптимизация электрических машин и аппаратов», а также «Математические методы статистической обработки экспериментальных данных» или «Математические модели статистической обработки».

Дисциплина является основой для подготовки к сдаче кандидатского экзамена по специальности 05.09.01 «Электрохимика и электрические аппараты», а также для выполнения научно-исследовательской работы аспиранта и подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

3. Структура и содержание дисциплины «Электрохимика и электрические аппараты»

3.1 Структура дисциплины

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часов. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 8 часов.

для аспирантов очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	из них, проводимых в интерактивной	семестры			
			7	8		

		форме				
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	180		36	72		
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:	72		36	36		
Лекции (Лк)	36		18	18		
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	36		18	18		
Лабораторные работы (ЛР)	-		-	-		
и(или) другие виды аудиторных занятий						
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:	72		-	-		
Курсовой проект (работа)						
Расчетно-графические работы						
Реферат						
и (или) другие виды самостоятельной работы	72			72		
ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (З – зачет, Э – экзамен)	36		3	Э		

для аспирантов заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	из них, проводимых в интерактивной форме	курс			
			5 зимняя сессия	5 летняя сессия		
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	180		108	72		
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:	16		11	5		
Лекции (Лк)	6		6	-		
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	10		5	5		
Лабораторные работы (ЛР)	-		-	-		
и(или) другие виды аудиторных занятий						
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:	151		-	-		
Курсовой проект (работа)						
Расчетно-графические работы						
Реферат						
и (или) другие виды самостоятельной работы	151		93	58		
ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (З – зачет, Э – экзамен)	13		3	Э		

3.2. Содержание разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего часов на раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лк	ПЗ	ЛР	СР	
1	2	3	4	6	7	8	9	10
1	Роль электромеханики и электрических аппаратов в современной технике	9	7	6	3			Коллоквиум, творческое задание
2	Методы исследования электрических машин с позиций теории цепей	8	7	4	4			Коллоквиум, творческое задание
3	Электромагнитное поле в электрических машинах	8	7	4	4			Коллоквиум, творческое задание
4	Коммутация коллекторных машин	7	7	4	3			Коллоквиум, творческое задание
5	Промежуточная аттестация	4	7		4			Зачет
6	Потери и тепловые явления в электрических машинах	36	8	6	6		24	Коллоквиум. Доклад. Презентация
7	Применение электронной вычислительной техники. Оптимизация электрических машин и аппаратов	24	8	4	4		16	Коллоквиум. Доклад. Презентация
8	Специальные электрические машины	12	8	2	2		8	Коллоквиум. Доклад. Презентация
9	Трансформаторы	12	8	2	2		8	Коллоквиум. Доклад. Презентация
10	Электрические аппараты	24	8	4	4		16	Коллоквиум. Доклад. Презентация
11	Промежуточная аттестация	36	8				36	Экзамен
	Итого:	180	–	36	36		108	–

3.3. Содержание разделов дисциплины

1. Роль электромеханики и электрических аппаратов в современной технике

Применение электрических машин, трансформаторов и аппаратов в системах генерирования, передачи, распределения и потребления электрической энергии.

Типы электрических машин. Общая классификация электрических и электронных аппаратов. Оценка эффективности, качества и надежности электрических машин и аппаратов. Основные элементы конструкции электромеханических преобразователей, трансформаторов, электрических аппаратов и технология их изготовления. Испытания электрических машин и аппаратов.

2. Методы исследования электрических машин с позиций теории цепей

Электромеханическое преобразование энергии и физические законы, на которых оно основано. Два подхода к описанию электромагнитных процессов в электрических машинах: с позиций теории поля и теории электрических цепей.

Обобщенная электрическая машина – математическая модель электрических машин всех типов. Электромагнитный момент обобщенной электрической машины, уравнение движения ротора. Статические и динамические механические характеристики электродвигателей. Способы измерения момента.

Магнитное поле в электрических машинах.

Многообмоточные электрические машины. Математические модели асинхронных двигателей с двойной беличьей клеткой и синхронных машин с демпферными обмотками. Учет влияния вихревых токов, гистерезиса и потерь в стали.

Математическое моделирование электрических машин с изменяющимися параметрами. Учет вытеснения тока в проводниках, насыщения и изменения момента инерции.

3. Электромагнитное поле в электрических машинах

Область поля электрической машины. Математическое описание электромагнитного поля электрической машины. Разделение области поля на вращающуюся и неподвижную части. Граничные и начальные условия.

Методы и результаты исследования магнитного поля в электрических машинах.

4. Коммутация коллекторных машин

Щеточный контакт и его вольт-амперные характеристики. Уравнения классической теории коммутации, виды коммутационных процессов. Анализ факторов, влияющих на коммутацию. Способы улучшения коммутации. Критерии потенциальной устойчивости и меры борьбы с круговым огнем. Настройка коммутации.

5. Потери и тепловые явления в электрических машинах

Виды потерь и физические причины их возникновения в электрических машинах и аппаратах. Методики расчета основных и добавочных потерь в машинах переменного и постоянного тока. Коэффициент полезного действия электрических машин и трансформаторов, способы его расчетного и экспериментального определения.

Физические процессы нагревания и охлаждения электрических машин и аппаратов. Электроизоляционные материалы и классы их нагревостойкости. Зависимость срока службы изоляции от температуры и режимов работы электрических машин.

6. Применение электронной вычислительной техники. Оптимизация электрических машин и аппаратов

Использование ЭВМ для исследования и проектирования электрических машин и трансформаторов. Постановка задач оптимизации и методы их решения. Критерии оптимальности и лимитеры. Возможности машинного расчета и конструирования электрических машин и трансформаторов. Системы автоматизированного проектирования (САПР).

7. Специальные электрические машины

Электрические машины автоматических устройств: исполнительные двигатели переменного и постоянного тока; синхронные микродвигатели с постоянными магнитами; двигатели с катящимся и гибким волновым ротором; универсальные коллекторные двигатели. Электрические машины колебательного и возвратно-поступательного движения, линейные и дугостаторные двигатели, МГД-генераторы и насосы.

8. Специальные электрические машины

Трансформаторы как электромагнитные преобразователи энергии. Физические процессы в трансформаторе. Магнитные системы и обмотки трансформаторов, группы соединения обмоток. Основные уравнения и схема замещения трансформатора. Параметры трансформаторов, методы их определения. Параллельная работа трансформаторов. Несимметричные режимы работы трансформаторов.

9. Специальные электрические машины

Принципы построения макроскопических моделей электромеханических систем электрических аппаратов. Методы анализа электромагнитных полей в электрических аппаратах. Электродинамические силы в электрических аппаратах. Методы их расчета. Ом-вольтная характеристика контактов и сваривание контактов. Электрическая дуга отключения. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов. Контакты электрических аппаратов. Виды и классификация электрических аппаратов. Характеристики. Методы выбора.

3.4. Практические (семинарские) занятия

для аспирантов очной формы обучения

№ п/п	Тема практических (семинарских) занятий	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1	2	3	4	5
1	Оценка эффективности, качества и надежности электрических машин и аппаратов	7	1	1
2	Основные элементы конструкции электромеханических преобразователей, трансформаторов, электрических аппаратов	7	1	1
3	Испытания электрических машин и аппаратов	7	1	1
4	Математическое описание электрических машин	7	2	2
5	Моделирование электрических машин	7	2	2
6	Математическое описание электромагнитного поля электрической машины	7	3	2
7	Исследование магнитного поля в электрических машинах	7	3	2
8	Щеточный контакт и его вольт-амперные характеристики	7	4	2
9	Анализ факторов, влияющих на коммутацию	7	4	1
10	Промежуточная аттестация (Зачет)	7	1-3	4
11	Коэффициент полезного действия электрических машин и трансформаторов, способы его расчетного и экспериментального определения	8	5	2
12	Электроизоляционные материалы и классы их нагревостойкости	8	5	2
13	Зависимость срока службы изоляции от температуры и режимов работы электрических машин	8	5	2
14	Постановка задач оптимизации и методы их решения. Критерии оптимальности и лимитеры	8	6	2
15	Системы автоматизированного проектирования (САПР)	8	6	2
16	Электрические машины колебательного и возвратно-поступательного движения	8	7	2
17	Параметры трансформаторов, методы их определения	8	8	2
18	Контакты электрических аппаратов	8	9	2
19	Характеристики электрических аппаратов. Методы выбора аппаратов	8	9	2
	Итого			36

3.5. Лабораторные занятия учебным планом дисциплины не предусмотрены

3.6. Разделы дисциплины и связь с формируемыми компетенциями

№ п/п	Раздел дисциплины, участвующий в формировании компетенций	Часов на раздел	ПК-1	ПК-2	ПК-3	ПК-4	ПК-5	ПК-6	Количество компетенций
1	Роль электромеханики и электрических аппаратов в современной технике	9	З, У, В	З, У	З	З	З, У, В	З	6
2	Методы исследования электрических машин с позиций теории цепей	8	З, У, В	У, В					2
3	Электромагнитное поле в электрических машинах	8	У, В	З, У	З, У, В				3
4	Коммутация коллекторных машин	7	З, У, В	З	З, У, В				3
5	Потери и тепловые явления в электрических машинах	36	З, У, В		З, У			З, У	3
6	Применение электронной вычислительной техники. Оптимизация электрических машин и аппаратов	24	З, У, В						1
7	Специальные электрические машины	12			З, У			З, У, В	2
8	Трансформаторы	12			З, У				1
9	Электрические аппараты	24				З, У, В			1

(Сумма компетенций, сформированных каждым разделом, соотношенная с часами на изучение данного раздела, позволяет оценить реальность формирования компетенций и скорректировать распределение часов отведенных на разделы).

Условные обозначения: З – знать,
У – уметь,
В – владеть.

3.7. Организация самостоятельной работы аспирантов

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Объем академических часов
1	2	3	4	5
1	Классификация потерь в устройстве по теме диссертационного исследования обучающегося	8	5	20
2	Обзор существующих САПР для проектирования устройства или его элементов по теме исследования обучающегося	8	6	12
3	Существующее математическое описание устройства по теме научного исследования обучающегося	8	7	6
4	Механизм преобразования энергии в устройстве по теме научного исследования обучающегося	8	8	6
5	Особенности коммутации в устройстве по теме научного исследования обучающегося	8	9	12
6	Обзор нормативных документов, регламентирующих разработку, производство и эксплуатацию устройства по теме научного исследования обучающегося	8	5-9	16
7	Подготовка к экзамену	8	5-9	36
Итого:				108

4. Образовательные технологии

№ п/п	Раздел дисциплины	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1	Роль электромеханики и электрических аппаратов в современной технике	ПК-1з,у,в ПК-2з,у ПК-3з ПК-4з ПК-5з,у,в ПК-6з	Интерактивная лекция, проблемное обучение, работа в команде	Коллоквиум, творческое задание
2	Методы исследования электрических машин с позиций теории цепей	ПК-1з,у,в ПК-2у,в	Интерактивная лекция, проблемное обучение, работа в команде	Коллоквиум, творческое задание
3	Электромагнитное поле в электрических машинах	ПК-1у,в ПК-2з,у ПК-3з,у,в	Интерактивная лекция, проблемное обучение, работа в команде	Коллоквиум, творческое задание

4	Коммутация коллекторных машин	ПК-1з,у,в ПК-2з ПК-3з,у,в	Интерактивная лекция, проблемное обучение, работа в команде	Коллоквиум, творческое задание
5	Потери и тепловые явления в электрических машинах	ПК-1з,у,в ПК-3з,у ПК-6з,у	Интерактивная лекция, проблемное обучение, работа в команде	Коллоквиум. Доклад. Презентация
6	Применение электронной вычислительной техники. Оптимизация электрических машин и аппаратов	ПК-1з,у,в	Интерактивная лекция, проблемное обучение, работа в команде	Коллоквиум. Доклад. Презентация.
7	Специальные электрические машины	ПК-3з,у ПК-6з,у,в	Интерактивная лекция, проблемное обучение, работа в команде	Коллоквиум. Доклад. Презентация.
8	Трансформаторы	ПК-3з,у	Интерактивная лекция, проблемное обучение, работа в команде	Коллоквиум. Доклад. Презентация.
9	Электрические аппараты	ПК-4з,у,в	Интерактивная лекция, проблемное обучение, работа в команде	Коллоквиум. Доклад. Презентация.

Используются материалы дистанционного курса «Электромеханика и электрические аппараты» на образовательной площадке LMS MOODLE. Ссылка на курс в Moodle <https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=4004> и электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Виды и формы контроля по дисциплине

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных навыков (владений) осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в КГЭУ.

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала, выполнении индивидуальных заданий в форме коллоквиума, творческого задания, доклада, мультимедийной презентации. Текущему контролю подлежит посещаемость аспирантами аудиторных занятий и работа на занятиях.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине «Электромеханика и электрические аппараты») является промежуточная аттестация в форме зачета, проводимая

с учетом результатов текущего контроля в 7 семестре, и экзамена, проводимая с учетом результатов текущего контроля в 8 семестре.

5.2. Типовые задания и материалы для оценки сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины

5.2.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Типовые вопросы по темам/разделам дисциплины для коллоквиума

1. Какова классификация устройств электромеханики?
2. Какова классификация электрических аппаратов?
3. В чем отличие электродинамических сил при переменном однофазном токе и постоянном?
4. Как влияет материал контактов и его обработка на переходное сопротивление?
5. Какое влияние оказывает высокое давление на гашение дуги?
6. Назовите основные уравнения трансформатора.
7. Как изменяется вторичное напряжение трансформатора при нагрузке?

Типовые темы творческих заданий

1. Современный подход к разработке электромеханических преобразователей.
2. Концепции создания электрических, электромеханических преобразователей или электрических аппаратов и обоснуйте ее.
3. Методология создания электрических, электромеханических преобразователей или электрических аппаратов и обоснуйте ее.
4. Методология совершенствования электрических, электромеханических преобразователей или электрических аппаратов и обоснуйте ее.
5. Современные методы и способы разработки новых технических решений по разработке и совершенствованию электрических машин.
6. Современные методы и способы разработки и применения новых технических решений по разработке и совершенствованию электрических аппаратов
7. Алгоритмы и программы, обеспечивающих проектирование, надежность, контроль и диагностику функционирования электрических, электромеханических преобразователей и электрических аппаратов.
8. Оценка нетрадиционных способов электромеханического преобразования энергии с целью эффективного использования природных ресурсов в Республике Татарстан.

Типовые темы докладов

1. Классификация потерь в многофазных асинхронных электродвигателях
2. Обзор существующих САПР для проектирования многофазных асинхронных двигателей
3. Существующее математическое описание многофазных асинхронных двигателей
4. Механизм преобразования энергии в многофазных асинхронных двигателях
5. Особенности коммутации в автоматических выключателях
6. Обзор нормативных документов, регламентирующих разработку, производство и эксплуатацию многофазных асинхронных двигателей

Типовые темы презентаций

1. Классификация потерь в автоматических выключателях
2. Обзор существующих САПР для проектирования измерительных трансформаторов тока
3. Существующее математическое описание оптических трансформаторов тока
4. Механизм преобразования энергии в симметрирующих трансформаторах
5. Особенности коммутации в двигателях постоянного тока
6. Обзор нормативных документов, регламентирующих разработку, производство и эксплуатацию устройства автоматических выключателей

5.2.2 Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Типовые вопросы к экзамену

1. Назначение, области применения и классификация устройств электромеханики.
2. Назначение, области применения и классификация электрических аппаратов.
3. Устройство и принцип действия асинхронной машины.
4. Асинхронная машина при неподвижном роторе.
5. Асинхронная машина при вращении ротора.
6. Приведение параметров асинхронной машины к неподвижному ротору.
7. Основные уравнения и режимы работы асинхронной машины.
8. Векторная диаграмма и схема замещения асинхронной машины.
9. Энергетическая диаграмма, потери и КПД асинхронного двигателя.
10. Электромагнитный момент и механическая характеристика.
11. Назначение и устройство синхронных машин.
12. Холостой ход синхронного генератора.

13. Реакция якоря, продольные и поперечные оси машины.
14. Основные уравнения синхронного генератора.
15. Основные параметры синхронной машины, режим короткого замыкания, характеристики синхронного генератора.
16. Векторные диаграммы синхронного генератора.
17. Синхронный двигатель, способы пуска, рабочие характеристики.
18. U-образные кривые синхронного двигателя.
19. Конструкция машин постоянного тока, принцип действия генератора, ЭДС генератора.
20. Способы возбуждения, магнитное поле при нагрузке, реакция якоря.
21. Характеристики генераторов постоянного тока с разными способами возбуждения.
22. Принцип действия электрического двигателя постоянного тока, пуск в ход.
23. Энергетическая диаграмма, потери и КПД в машинах постоянного тока.
24. Электромагниты: основные понятия, магнитная цепь, распределение магнитного потока в электромагнитах постоянного тока.
25. Схема замещения магнитных цепей электромагнитов постоянного тока.
26. Обмотки электромагнитов, катушки токовые и напряжения.
27. Характеристики асинхронного двигателя в режимах холостого хода, короткого замыкания и нагрузки.
28. Регулирование частоты вращения вала и торможение асинхронного двигателя.
29. Расчёт магнитных цепей электромагнитов постоянного тока.
30. Сила тяги электромагнитов переменного тока, устранение вибрации, сравнение тяговых характеристик электромагнитов постоянного и переменного тока.
31. Магнитные цепи переменного тока, комплексное магнитное сопротивление, экранирующий контур, особенности расчёта.
32. Магнитные цепи с постоянными магнитами, особенности конструкции и расчёта, характеристики магнитов, их стабилизация.
33. Принцип действия трансформатора.
34. Уравнения ЭДС, коэффициент трансформации, основные уравнения трансформатора.
35. Потери и КПД трансформатора.
36. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов.
37. Специальные двигатели.
38. Контактторы постоянного и переменного тока, магнитные пускатели.
39. Электромагнитные реле тока и напряжения, особенности конструкции и применения.

40. Электрические контакты, переходное сопротивление, нагрев и сваривание контактов.
41. Реле тепловые, поляризованные и времени.
42. Автоматические выключатели низкого напряжения, механизм свободного расцепления, основные серии, быстродействующие автоматы.
43. Рубильники и пакетные выключатели, предохранители, защита от перенапряжений.
44. Электродинамические усилия (ЭДУ), направления действия сил.
45. Электрическая дуга, основные процессы, вольтамперная характеристика дуги постоянного тока, способы гашения дуги.
46. Дуга переменного тока, гашение дуги переменного тока.
47. Нагрев электрических аппаратов, источники тепла, теплоотдача, длительный нагрев.
48. Кратковременный и повторно-кратковременный нагрев, термическая стойкость.
49. Магнитные усилители, принцип действия, возможности применения.
50. Общая характеристика полупроводниковых электрических аппаратов, классификация.
51. Полупроводниковые контакторы постоянного и переменного тока, принципы построения, возможности применения.
52. Постановка задач оптимизации электрических машин и методы их решения.
53. Приведенный трансформатор, расчет параметров, схема замещения.
54. Векторные диаграммы трансформатора при нагрузке.
55. Холостой ход и короткое замыкание трансформатора, характеристики в режимах холостого хода и короткого замыкания.
56. Определение параметров схемы замещения из опытов холостого хода и короткого замыкания.
57. Условия включения трансформаторов на параллельную работу.
58. Параллельная работа трансформаторов при нарушении условий включения.
59. Высшие гармонические в кривых намагничивающего тока, магнитного потока и ЭДС трансформатора.
60. Несимметричные режимы работы трансформаторов.
61. Переходные режимы в трансформаторе.

5.3. Критерии оценивания уровня сформированности компетенций

В 7 семестре оценка результатов обучения по дисциплине «Электромеханика и электрические аппараты» в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 2-х балльной шкале

оценивания путем выборочного контроля во время зачета.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной дисциплины.

Критерии оценивания

Результат зачета	Критерии
<i>«зачтено»</i>	Аспирант показал знания основных положений дисциплины, умение решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умение правильно оценить полученные результаты расчетов или эксперимента.
<i>«не зачтено»</i>	При ответе аспиранта выявились существенные пробелы в знаниях основных положений дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой дисциплины.

В 8 семестре оценка результатов обучения по дисциплине «Электромеханика и электрические аппараты» в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля на экзамене считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной дисциплины.

Критерии оценивания

Оценка	Критерии
<i>«отлично»</i>	Наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы
<i>«хорошо»</i>	Наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные

	действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала
«удовлетворительно»	Наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, необходимость дополнительных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике
«неудовлетворительно»	Наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неточность ответов на дополнительные вопросы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 основная литература:

1. Ванурин В.Н. Электрические машины [Электронный ресурс] : учебник / В. Н. Ванурин. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Лань, 2016. - 304 с. Режим доступа <http://e.lanbook.com>

2. Ванурин В.Н. Статорные обмотки асинхронных электрических машин [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Н. Ванурин. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Лань, 2016. - 224 с. Режим доступа <http://e.lanbook.com>

3. Варенов А.А. Проектирование электрических и электронных аппаратов [Электронный ресурс]: практикум / сост. А. А. Варенов. - Электрон. текстовые дан. - Казань : КГЭУ, 2018. - 53 с.

4. Сидоров А.В., Долومانюк Л.В., Степанова Е.М. Электрические и электронные аппараты [Электронный ресурс]: практикум / сост.: А. В. Сидоров, Л. В. Долومانюк, Е. М. Степанова. - Электрон. текстовые дан. - Казань : КГЭУ, 2018. - 40 с.

6.2 дополнительная литература:

1. Фролов Ю.М. Регулируемый асинхронный электропривод [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Лань, 2016. - 464 с.

2. Фединцев В.Е. Электрические машины. Синхронные машины и микромашины [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Е. Фединцев. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2017. — 33 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/108075>.

3. Аполлонский, С.М. Электрические аппараты управления и автоматики [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев, В.Я. Фролов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96241>.

6.3. Электронно-библиотечные системы

1. Издательство «Лань», URL: <http://e.lanbook.com/>

2. Электронная библиотека Издательского дома МЭИ «НЭЛБУК», URL: <http://nelbook.ru>

3 ИСС «Техэксперт». URL: <https://cntd.ru/>

6.4. Программное обеспечение дисциплины

Пакеты прикладных программ Excel VBA, MatLab.

6.5. Интернет-ресурсы

1. [http:// otherreferats.allbest.ru](http://otherreferats.allbest.ru).

2. www.kgeu.ru.

3. www.mirknig.com

6.6. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1.	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	Свободный
2.	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/	Свободный
3.	Президентская библиотека имени Бориса Николаевича Ельцина	В http://prlib.ru	Свободный
4.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	Свободный
5.	Высшая аттестационная комиссия при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации	https://scienceid.net/president/	Свободный
6.	Президент России — молодым ученым - Science-ID	https://scienceid.net/president/	Свободный
7.	МБД Scopus	https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic	Свободный с компьютеров университета
8.	МБД Web of Science	https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=D6cTknVCLV7j48sfzSo&preferencesSaved=	Свободный с компьютеров университета
9.	Портал РФФИ	https://www.rfbr.ru/rffi/ru/	Свободный

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п./п.	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лекции	Специальные помещения для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: мультимедийный проектор, мобильный ПК (ноутбук), экран
2	Практические занятия	Специальные помещения для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: мультимедийный проектор, мобильный ПК (ноутбук)
		Компьютерный класс с выходом в Интернет	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: ПК, лицензионное программное обеспечение
3	Самостоятельная работа обучающихся	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
		Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во

все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

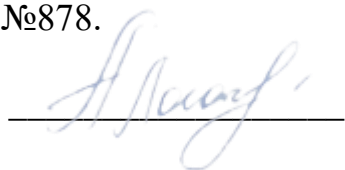
- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается

возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.06.01 «Электро- и теплотехника» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. №878.

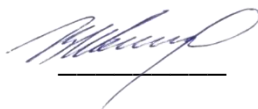
Автор



к.т.н. А.Г. Логачева

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры ЭПП от 28.10.2020 г., протокол № 10.

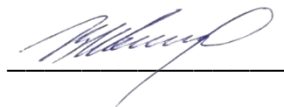
Зав. кафедрой ЭПП



д.т.н., профессор И.В. Ившин

На заседании методического совета ИЭЭ от 28.10.2020 г., протокол № 3 программа рекомендована к утверждению.

Директор ИЭЭ



д.т.н., профессор И.В. Ившин

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ изме- нения	Номера листов (страниц)			Всего листов в документе	ФИО и подпись лица, внесшего изменение	Дата
	замененных	новых	изъятых			